

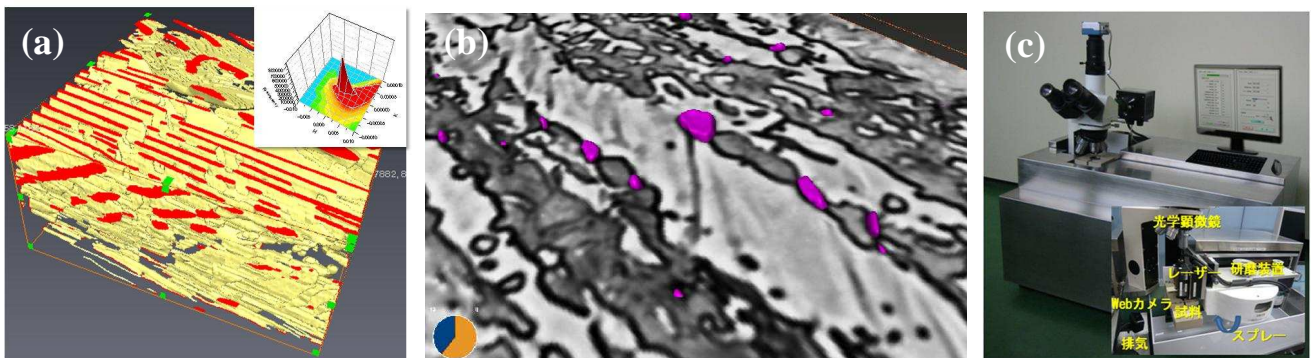
研究の背景および目的

構造材料・機能材料の特性や信頼性は、原子結合、原子配列、組織、内部応力など多階層の要素によって決まります。これらすべての情報をデジタル化、モデリングして特性を予測し評価できれば、用途に合わせた材料を効率的に作製できます。本研究は複雑な形態を有する鉄鋼・金属などの組織を三次元 (3D) 可視化、それを数学 (位相・微分幾何学) に基づき定量評価することに取り組んでいます。材料組織の多様性を完全に解析し、新時代の構造材料開発に結び付けることが研究の理想像です。

■おもな研究内容

組織、亀裂、ポイドの3D形態を測定・解析した一例が下図です。(a)は0.8%C鋼で生成したパーライト組織を3D可視化し、ガウス曲率(K)-平均曲率(H)空間に確率密度プロットして形態の定量評価を試みた結果です。熱処理により組織形態がどのように変化するかを調べるときにこの微分幾何学に基づいた解析は有用です。(b)はフェライト-マルテンサイト二相鋼(DP鋼)において、変形時にポイドがどのような部位で生じるのかを調べた結果です。ポイド (あるいはマイクロクラック) は、軟質相であるフェライトおよび硬質相であるマルテンサイトの両相共にくびれた部位で生じていることが分かります。このような部位で、どのような弾性ひずみ、塑性ひずみが生じているのかを、電子線後方散乱(EBSD)-Wilkinson法や、リソグラフィ法で調べて、局所的な破壊条件の解明に役立てます。

微細な析出物などの3D可視化にはFIB銃と電子線銃が組み合わさったDual Beam SEMを利用し、より大きなスケールの組織には独自開発した全自動3D顕微鏡” Genus_3D” (c)を適用します。



期待される効果・応用分野

鉄鋼材料はもとより、あらゆるバルク材料の3D可視化、その定量化が可能です。これまで平均粒径や体積率などmetric特性による評価に留まっていた段階から、連結性などtopologicalな特徴まで多階層構造の定量評価が可能になります。この3Dに、時間軸による変形 (ひずみ) 測定を加えた4Dサイエンスに基づき、材料の組織や特性を支配する要素を解明できます。研究試料に加えて、製品材料の評価も可能。1ランク上の特性・信頼性を有する材料の開発に結びつくことが期待されます。

metric特性とはメートル法で測れる計量的性質。対してtopology特性は連続性、個数に注目して、形態を大づかみに把握する尺度

■共同研究・特許などアピールポイント

●独マックスプランク研究所、米ノースウェスタン大学、豪ディーキン大学や、物質・材料研究機構、大手鉄鋼会社研究所と密接に連携した世界第一線級の研究集団です。画期的な3D顕微鏡の開発も行い、進取の気風に富んだ研究に挑戦します。

コーディネーターから一言

構造材料の特性・信頼性を、3D4D可視化と定量化により評価する最先端の研究です。国内外との共同研究も積極的に展開。独自開発した3D顕微鏡も注目されています。材料を解析したいニーズがあればご相談ください。

研究分野	材料組織学、鉄鋼材料学、形の科学、ひずみの科学
キーワード	3D4D、全自動シリアルセクション3D顕微鏡、可視化、ひずみ、鉄鋼